

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Oktober 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/091098 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H03H 9/17**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/001122
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Februar 2004 (06.02.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 16 716.1 11. April 2003 (11.04.2003) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): METZGER, Thomas [DE/DE]; Hochkalterstr. 9, 81547 München (DE). DIEKMANN, Christian [DE/DE]; Hohenbirkenstr. 51b, 83670 Bad Heilbrunn (DE). SCHMIDHAMMER, Edgar [DE/DE]; Hochgernstr. 28, 83371 Stein (DE).
- (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: COMPONENT WITH A PIEZOELECTRIC FUNCTIONAL LAYER

(54) Bezeichnung: BAUELEMENT MIT EINER PIEZOELEKTRISCHEN FUNKTIONSSCHICHT



(57) Abstract: The invention relates to a thin layer electrical component having a piezoelectric functional layer. The quality of the layer is improved by providing a growth layer between the electrode layer and the piezoelectric layer. This separates the function of the electrode layer from that of the growth-supporting layer, whereby the functions of the separated layers can be optimized independent of one another. According to the invention, the components can be embodied in the form of BAW resonators, thin layer piezo actuators or piezo sensors.

**WO 2004/091098 A1**

(57) Zusammenfassung: In einem elektrischen Bauelement in Dünnschichtbauweise, welches eine piezoelektrische Funktionschicht aufweist, wird die Schichtqualität der Funktionsschicht dadurch verbessert, dass zwischen Elektrodenschicht und piezoelektrischer Schicht eine Wachstumsschicht vorgesehen wird. Damit wird die Funktion der Elektrodenschicht von der einer wachstumsunterstützenden Schicht getrennt, wobei die Funktionen anhand getrennter Schichten unabhängig voneinander optimiert werden können. Erfindungsgemäße Bauelemente können als BAW-Resonatoren, Dünnschichtpiezoaktoren oder Piezosensoren ausgebildet sein.

## Beschreibung

Bauelement mit einer piezoelektrischen Funktionsschicht

- 5 Mit akustischen Volumenwellen arbeitende Resonatoren oder  
Volumenschwinger, sogenannte FBAR (Thin-Film-Bulk-Acoustic-  
Resonator) oder auch BAW-Resonatoren (Bulk Acoustic Wave  
Resonator) genannt, basieren auf einem als Dünnschicht  
ausgebildeten piezoelektrischen Grundkörper, der an zwei  
10 Hauptoberflächen mit je einer Elektrode versehen ist. Solche  
Resonatoren können beispielsweise zum Aufbau von HF-Filtern  
verwendet werden. In einem als Filter ausgebildeten Bauele-  
ment werden mehrere solcher Resonatoren in Abzweigschaltungen  
zu einem Filternetzwerk, einem sogenannten Reaktanzfilter,  
15 verschaltet.

Auf BAW-Resonatoren basierte Bauelemente spielen insbesondere  
als Filter in Endgeräten mobiler Telekommunikation eine  
Rolle.

- 20 Bauelemente mit BAW-Resonatoren sind üblicherweise auf einem  
Trägersubstrat z.B. einem kristallinen Wafer aufgebaut.  
Zwischen jedem Resonator und dem Trägersubstrat ist entweder  
eine mit Luft gefüllte Ausnehmung, die einen auf die akus-  
25 tische Welle stark reflektiv wirkenden hohen Impedanzsprung  
darstellt, oder ein akustischer Spiegel angeordnet. In beiden  
Fällen wird so das Austreten der akustischen Welle aus dem  
Resonator in Richtung Trägersubstrat TS verhindert.
- 30 Ein akustischer Spiegel besteht z.B. aus einer alternierenden  
Abfolge von Schichten mit hoher bzw. niedriger akustischer  
Impedanz. Die Dicke der Spiegelschichten beträgt jeweils  
ungefähr 1/4 der Wellenlänge der akustischen Welle im  
gegebenen Material. Ein erster, unter dem Resonator  
35 angeordneter akustischer Spiegel besteht aus einer alter-  
nierenden Abfolge von Schichten mit hoher und niedriger  
akustischer Impedanz.

Beim Herstellen eines BAW Resonators werden die Schichten auf dem Bauelement in der Regel übereinander, jedoch jede separat für sich erzeugt und bei Bedarf einzeln strukturiert. Mit der 5 Anzahl der Schichten steigt die Komplexität der Verfahren zur Abscheidung und Strukturierung der Schichten. Beispielsweise können sich Fehler bei der Abscheidung der jeweils korrekten Schichtdicke kumulieren, so daß über einen gesamten Wafer gesehen eine erhebliche Streuung der Resonanzfrequenzen der 10 Resonatoren und damit der Mittenfrequenz von Filtern in Kauf zu nehmen ist.

Neben den genannten BAW-Resonatoren sind auch andere mit piezoelektrischen Dünnschichten als Funktionsschichten 15 arbeitende Bauelemente bekannt, insbesondere Dünnschicht-sensoren und piezoelektrische Aktoren. Auch diesen Bau-elementen ist zu eigen, daß sie meist auf Trägersubstraten aufgebracht werden und einen Mehrschichtaufbau aus zumindest einer ersten Elektrode, der piezoelektrischen Funktions- 20 schicht und einer zweiten Elektrode umfassen. Insbesondere bei den piezoelektrischen Aktoren sind Mehrschichtaufbauten erforderlich, bei der sich die Schichtenfolge aus piezoelek-trischer Funktionsschicht und Elektrodenschicht mehrfach wie- 25 derholt. Bei allen Bauelementen mit piezoelektrischer Funk-tionsschicht ist die Qualität der Bauelemente im wesentlichen von der Qualität der piezoelektrischen Schicht bestimmt.

Zur Realisierung von BAW-Resonatoren mit geringen Verlusten und einem hohen piezoelektrische Kopplungskoeffizienten ist 30 die streng geordnete Ausrichtung der einzelnen Kristallite innerhalb der piezoelektrischen Schicht erforderlich, die nur durch ein geeignetes Abscheidungsverfahren, in der Regel durch PVD-Verfahren, und auf einer geeigneten Unterlage möglich ist. Für BAW-Resonatoren können optimale elektrische 35 Eigenschaften erzielt werden, wenn die Dünnschicht so auf-wächst, daß innerhalb jedes Kristalliten der Dünnschicht eine bevorzugte kristallographische Richtung in einer eindeutigen

geometrischen Beziehung zu einer Richtung des Substrats steht. Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn die piezoelektrische Hauptachse streng parallel zur Normalen auf der Substratoberfläche ausgerichtet ist und die Kristallite dementsprechend streng parallel zueinander aufwachsen.

Neben den entsprechend einzustellenden Abscheideparametern kann dies insbesondere durch die Auswahl einer geeigneten Wachstumsschicht erreicht werden, auf der die Kristallite der piezoelektrischen Schicht geordnet aufwachsen können. Dazu werden in bekannten Bauelementen die piezoelektrischen Schichten auf einer Elektrodenschicht abgeschieden, die auch die Funktion der Wachstumsschicht übernimmt. Nachteilig ist jedoch, daß die Auswahl geeigneter Materialien, die sowohl ausreichende Elektrodeneigenschaften als auch gute Voraussetzungen zum gerichteten Aufwachsen der piezoelektrischen Schicht bieten, stark begrenzt ist. Es stehen nur Materialien zur Verfügung, bei denen Kompromisse hinsichtlich der Elektrodeneigenschaften und der das Wachstum der piezoelektrischen Schicht unterstützenden Eigenschaften in Kauf genommen werden müssen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Bauelement mit zumindest einer hochgeordneten piezoelektrischen Funktionsschicht anzugeben, welches die oben genannten Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Bauelement mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Ein erfindungsgemäßes Bauelement ist auf einem Substrat als Abfolge von üblicherweise als Dünnschicht abgeschiedenen einzelnen Schichten aufgebaut, die zumindest eine erste Elektrodenschicht, eine relativ zur ersten Elektrodenschicht dünne,

strukturierte Wachstumsschicht, eine piezoelektrische (Funktions-) Schicht und eine zweite Elektrodenschicht umfaßt.

Die Erfindung gibt erstmals ein Bauelement mit piezoelektrischer Funktionsschicht an, bei dem die piezoelektrische Funktionsschicht hochgeordnet ist und bei dem dennoch eine Elektrodenschicht mit optimalen Elektrodeneigenschaften auswählbar ist. Dies gelingt durch eine Entkopplung der Elektrodenfunktion und der wachstumsunterstützenden Funktion in Form zweier separater Schichten. So können Wachstumschicht und Elektrodenschicht unabhängig voneinander optimiert werden, wobei ein Bauelement mit verbesserter Elektrode und gleichzeitig verbesserter piezoelektrischer Schicht und damit insgesamt verbesserten elektrischen Eigenschaften erhalten wird, was in der Summe bislang nicht gleichzeitig erreichbar war.

Das Bauelement ist auf einem Substrat aufgebaut, welches als Träger für die nacheinander folgend übereinander abgeschiedenen Schichten des Bauelements darstellt. Dabei ist es möglich, zwischen Substrat und erster Elektrodenschicht eine oder mehrere weitere Schichten mit ähnlicher oder verschiedener Funktion vorzusehen. Das Substrat kann als Trägerschicht allein im Hinblick auf ausreichende mechanische Festigkeit ausgesucht sein. Möglich ist es auch, ein Halbleitersubstrat zu verwenden, um die Integration elektrischer oder elektromechanischer Bauelemente in das Substrat zu ermöglichen.

Die erste Elektrodenschicht kann eine einzelne einheitliche Schicht sein oder als Mehrschichtaufbau zumindest zweier unterschiedlicher Schichten realisiert werden. Die Elektrodenschicht erfüllt die Elektrodenfunktionalität und ist daher ausreichend leitfähig. Vorzugsweise ist die Elektrodenschicht bzw. deren Oberfläche so ausgestaltet, daß das Anbringen von elektrischen Verbindungselementen in einfacher Weise möglich ist. Als Verbindungselemente können Bonddrähte, Bumps oder Schichtelektroden vorgesehen werden. Von Vorteil ist es auch,

wenn die Elektrodenschicht eine hohe Leistungsverträglichkeit aufweist. Eine solche wird vorteilhaft mit Schichten aus Platinmetallen (Pt, Os, Ir, Pd, Ru, Rh), Ag, Au und/oder Cu oder mit Mehrschichtaufbauten, die solche Einzelschichten 5 enthalten, erzielt. Vorteilhaft sind auch Aluminium und Aluminium enthaltende Schichtsysteme, beispielsweise AlCu, AlSiCu, AlMg, oder Al-Legierungen oder auch keramische Elektrodensysteme, z.B. Titannitrid. Von Vorteil sind auf Aluminium basierende Schichten oder Mehrschichtaufbauten insbesondere wenn sie in mit akustischen Volumenwellen arbeitenden 10 Resonatoren eingesetzt werden, da aufgrund der geringen Dichte derartiger Schichten bzw. Mehrschichtaufbauten Schichtdickeninhomogenitäten über das gesamte Substrat gesehen nur zu moderaten Streuungen in der Resonanzfrequenz 15 der Resonatoren führen.

Über der Elektrodenschicht wird eine relativ dazu dünne Wachstumsschicht aufgebracht, die das geordnete, texturierte oder kristallachsenorientierte Aufwachsen einer piezoelektrischen Schicht ermöglicht. Es sind bereits Materialien bzw. 20 Schichten bekannt, jedoch konnten diese bislang wegen damit verbundenen Nachteile nicht als optimales Elektrodenmaterial eingesetzt werden. Erst die erfindungsgemäße Trennung von Elektroden- und Wachstumsfunktion ermöglicht es, unabhängig 25 von der Elektrodenschicht optimierte Wachstumsschichten einzusetzen.

Als Wachstumsschichten haben sich beispielsweise Molybdän- oder Goldschichten bewährt. Weiter geeignet sind auch 30 metallische Schichten aus Wolfram oder Platin sowie eine Reihe oxidischer oder halbleitender Verbindungen wie z.B. Silizium, die ein kristallachsenorientiertes Aufwachsen piezoelektrischer Schichten unterstützen. Wachstumsschichten können daher beispielsweise auch aus Saphir, Spinell, 35 Bariumtitanat, Zirkonoxid, Magnesiumoxid oder Titanoxid bestehen.

Die Auswahl der Wachstumsschicht ist abhängig von der Art der aufzuwachsenden piezoelektrischen Schicht, wobei bestimmte Materialkombination besonders bevorzugt sind. Verwendet man beispielsweise eine Aluminiumnitridschicht als piezoelektrische Schicht, so hat sich Molybdän als bevorzugtes Material für die Wachstumsschicht erwiesen. Für eine piezoelektrische Schicht aus Zinkoxid sind sowohl Gold als auch Molybdän besonders geeignet.

10 Neben der Materialauswahl kann auch die Modifikation der Wachstumsschicht für die Erfindung von Bedeutung sein. Beispielsweise bei Wachstumsschichten aus Gold konnten in Abhängigkeit von der Goldbeschaffenheit erheblich voneinander abweichende Ergebnisse beim Aufwachsen der piezoelektrischen 15 Schicht beobachtet werden. Besonders bevorzugt als Wachstumsschicht ist beispielsweise aufgedampftes Gold.

20 Die piezoelektrische Schicht wird direkt über der Wachstums- schicht aufgewachsen. Sie kann ein beliebiges piezoelektrisches Material umfassen, welches sich kristallachsenorientiert aufwachsen lässt. Nachdem sich die Materialien Zinkoxid und Aluminiumnitrid bereits in Bauelementen als piezoelektrische Funktionsschicht bewährt haben, sind sie auch für 25 erfindungsgemäße Bauelemente bevorzugt.

Über der piezoelektrischen Schicht ist eine zweite Elektroden- schicht vorgesehen. Die zweite Elektrodenschicht kann zur Herstellung eines entsprechenden Multilayerbauelements wiederum mit einer Wachstumsschicht und darüber einer 30 weiteren piezoelektrischen Schicht und abschließend einer weiteren Elektrode versehen werden, wobei sich dieser Aufbau auch mehrfach wiederholen kann. Zwischen Elektrodenschicht und Wachstumsschicht können außerdem noch Haftvermittler- oder Anpassungsschichten vorgesehen sein.

35 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Wachstumsschicht so strukturiert, daß sie eine geringere

Grundfläche als der in der Elektrodenschicht vorgesehene direkte Elektrodenbereich aufweist. Die Strukturierung kann beispielsweise mit einem Lift-Off-Verfahren erfolgen, das es ermöglicht, den Einsatz von aufwändigen Plasmaprozessen wie 5 beispielsweise das Trockenätzen und die damit verbundenen (Strahlungs-) Schäden vermeiden. Diese würden aufwändige Nachbehandlungen durch trockene oder nasse Verfahren erfordern, die als zusätzliche Prozeßschritte das Verfahren komplizieren würden. Naßätzbare Schichten können problem- und 10 gefahrlos nach dem Abscheiden der Wachstumsschicht strukturiert werden, ohne daß dadurch die Oberflächen und das weitere Aufwachsen von Schichten darunter leiden.

Die piezoelektrische Schicht wird vorzugsweise ganzflächig 15 aufgewachsen, wobei sie zumindest im Bereich über der Wachstumsschicht geordnet und insbesondere kristallachsenorientiert aufwächst. Rund um die Wachstumsschicht schließt die piezoelektrische Schicht mit der Elektrodenschicht bzw. dessen Elektrodenbereich ab. Möglich ist es nun auch, die 20 piezoelektrische Schicht nach dem Abscheiden zu strukturieren, wobei die Strukturgrenzen so gezogen werden, daß die vollständige Einkapselung der Wachstumsschicht zwischen piezoelektrischer Schicht und Elektrodenschicht bzw. zwischen piezoelektrischer Schicht und Elektrodenbereich erhalten 25 bleibt. Dies hat für erfindungsgemäße Bauelemente den weiteren Vorteil, daß keinerlei Grenzflächenprobleme und Inkompatibilitäten mit der zweiten Elektrodenschicht zu beachten sind. Solche Inkompatibilitäten, die an Grenzflächen bestimmter Schichtsysteme zu Material-Migration führen, 30 würden andernfalls zusätzliche Sperrsichten aus z.B. Ti oder Pt erfordern, um einen direkten Kontakt dieser zueinander inkompatiblen Elektroden- und Wachstumsschichtmaterialien zu vermeiden.

35 Ein weiterer Vorteil der vollständigen Einkapselung der Wachstumsschicht ist, daß dafür nun Materialien verwendet werden können, die in Weiterverarbeitungsstufen erfindungs-

gemäßer Bauelemente als freiliegende Schicht eigentlich nicht zugelassen sind. Insbesondere wenn erfindungsgemäße Bauelemente auf Halbleitersubstraten aufgebaut sind und mit CMOS-Prozessen kombiniert werden, muß zur Vermeidung einer Kontamination die Verwendung verschiedener Materialien ausgeschlossen werden. Dies ist mit erfindungsgemäßer Einkapselung der Wachstumsschicht bezüglich der Wachstumsschicht nicht nötig und macht daher den Einsatz diesbezüglich bedenklicher Materialien möglich.

10

Die Einbettung der Wachstumsschicht bzw. die Strukturierung der Wachstumsschicht und relativ dazu der piezoelektrischen Schicht hat außerdem den weiteren Vorteil, daß die Strukturierung der piezoelektrischen Schicht selektiv zur ersten Elektrodenschicht bzw. selektiv nur zur obersten Schicht des für die erste Elektrodenschicht verwendeten Mehrschichtaufbaus erfolgen kann. Ein gleichzeitiges Strukturieren mehrerer Schichten ist daher nicht erforderlich. Daher ist es auch möglich, die Strukturierung der piezoelektrischen Schicht naßchemisch vorzunehmen, die andernfalls (beim Ätzen von Mehrschichtsystemen) zu Unterätzungen führen könnten. Auch aus diesem Grund kann der ansonsten schädliche Einsatz von Trockenätzprozessen, welche außerdem höhere Kosten verursachen, vermieden werden.

25

Für die Auswahl der Wachstumsschicht ist es unerheblich, ob das dafür verwendete Material ausreichende Elektrodeneigenschaften und insbesondere Stromtragefähigkeit aufweist, oder das verwendete Verfahren eine ausreichende Kantenbedeckung gewährleistet. In Abhängigkeit von der verwendeten Schichtdicke ist nicht einmal eine elektrische Leitfähigkeit erforderlich. Es können also schlechte elektrische Leiter ebenso Verwendung finden wie Abscheideverfahren, bei denen eine ausreichende Kantenbedeckung nicht oder nur schwer zu erreichen ist.

Für die zweite Elektrodenschicht, bzw. für ein Elektrodenmehrschichtsystem, welches als zweite Elektrodenschicht eingesetzt wird, können vorteilhaft auch Metalle bzw. Mehrschichtsysteme mit einer hohen Leistungsverträglichkeit zum Einsatz kommen. Auch hierfür bieten sich wieder Schichten oder Mehrschichtsysteme mit Einzelschichten aus Platinmetallen, Silber, Gold, Kupfer, Titan, Molybdän und Wolfram sowie außerdem Aluminium oder aluminiumumfassende Schichtsysteme wie beispielsweise AlCu, AlSiCu, AlMg an. Ebenso geeignet sind keramische Elektrodensysteme wie beispielsweise Titannitrid.

Mit der Erfindung wird nicht nur ein Bauelement mit einer piezoelektrischen Schicht mit verbesserter innerer Struktur erhalten, sondern es wird auch das Verfahren zur Herstellung so verbessert, daß eine stabile und fähige Prozeßführung (Prozeßfähigkeitsindex (zentriert) > 1,33) ermöglicht wird. Das Verfahren ist zur Integration in CMOS-Verfahren geeignet. In einer Prozeßlinie lassen sich daher gleichzeitig die Bauelemente mit piezoelektrischer (Funktions-) Schicht und in das Substrat integrierten elektrischen und elektronischen Bauelementen herstellen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen schematischen Figuren, die nur der Erläuterung dienen und daher nicht maßstabsgetreu ausgeführt sind, näher beschrieben.

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Schichtaufbau im schematischen Querschnitt.

Figur 2 zeigt in einer detaillierteren Darstellung die Orientierung der Kristallite der piezoelektrischen Schicht.

Figur 3 zeigt zwei mögliche Ausführungsformen für einen erfindungsgemäßen BAW-Resonator.

Figur 4 zeigt eine mögliche Strukturierung eines BAW-Resonators anhand einer Draufsicht und zweier Querschnitte.

5

Figur 5 zeigt ein erfindungsgemäßes strukturiertes Bauelement im schematischen Querschnitt und

10

Figur 6 zeigt im schematischen Querschnitt ein als Multilayerpiezoaktor ausgebildetes erfindungsgemäßes Bauelement.

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Schichtaufbau mit einem Substrat S, einer ersten Elektrodenschicht E1, einer relativ dazu dünnen strukturierten Wachstumsschicht W, einer piezoelektrischen Schicht P und darüber einer zweiten Elektrodenschicht E2. Erste und zweite Elektrodenschicht E1, E2 können Einzelschichten oder ein Mehrschichtsystem darstellen. Im Mehrschichtsystem können diffusionsmindernde und/oder harte Schichten integriert sein, um die Leistungsverträglichkeit der Elektrodenschicht zu verbessern. Zwischen der ersten Elektrodenschicht E1 und dem Substrat bzw. zwischen Substrat und der untersten Schicht eines Mehrschichtaufbaus, der die Elektrodenschicht E1 realisiert, kann eine Haftvermittler oder Anpassungsschicht vorhanden sein, vorzugsweise eine dünne Titanschicht.

Die Wachstumsschicht W ist relativ dünn und weist beispielsweise eine Dicke von 100 nm oder weniger auf. Im Vergleich dazu wird die erste Elektrodenschicht E1 in einer Gesamtdicke von zirka 200 bis 500 nm ausgeführt. Die genaue Dicke ist jedoch abhängig vom Bauelementtyp. Bei einem BAW-Resonator geht die Dicke der Elektrodenschicht in die Bemessung der für die Resonanzfrequenz erforderlichen Gesamtschichtdicke ein und ist daher nicht frei wählbar. Bei anderen Bauelementen kann die Dicke der Elektrodenschicht ausschließlich in

Abhängigkeit von der gewünschten Stromtragfähigkeit gewählt werden.

- Die piezoelektrische Schicht P kann aus beliebigen orientiert aufwachsbaren piezoelektrischen Materialien bestehen. Die Schichtdicke ist Abhängigkeit vom Bauelementtyp, die beispielsweise bei einem Piezoaktor in Abhängigkeit von der angelegten Spannung, bei einem BAW-Resonator in Abhängigkeit von der gewünschten Resonanzfrequenz bestimmt wird. Im letzten genannten Fall hat die piezoelektrische Schicht P eine Dicke, die ungefähr einer halben Wellenlänge der im BAW-Resonator ausbreitungsfähigen akustischen Volumenwelle entspricht.
- Die Materialauswahl für die zweite Elektrodenschicht E2 ist unkritischer als die für die erste Elektrodenschicht E1, da über dieser Schicht keine weiteren und insbesondere keine weiteren orientierten Schichten mehr abgeschieden werden müssen.
- Figur 2 zeigt anhand einer vergrößerten detaillierteren Darstellung einen erfindungsgemäßen Schichtaufbau im Querschnitt. In der piezoelektrischen Schicht P sind rein schematisch einzelne Kristallite K dargestellt, die parallel über der Wachstumsschicht W aufgewachsen sind. Auf diese Weise sind die Kristallachsen KA parallel zueinander und parallel zur Normalen über der Wachstumsschicht W ausgerichtet. Stimmt diese Kristallachse KA mit der piezoelektrischen Achse überein, so kann mit dem erfindungsgemäßen Bauelement eine maximale piezoelektrische Auslenkung erzielt werden. Auch die piezoelektrische Kopplung ist bei derartiger Ausrichtung maximal.

- Figur 3 zeigt zwei verschiedene Ausführungsformen an sich bekannter BAW-Resonatoren, die erfindungsgemäß verbessert werden können. Figur 3a zeigt einen BAW-Resonator in Membran-technologie, der im Prinzip den in Figur 1 dargestellten Auf-

bau aufweist. Im aktiven Resonatorbereich, der dem Überlapp der Elektroden E1 und E2 entspricht, ist im Unterschied zur Figur 1 zwischen Substrat und erster Elektrodenschicht E1 ein Luftspalt L vorgesehen. Dieser führt dazu, daß aufgrund des 5 großen Impedanzunterschieds zwischen dem Elektrodenmaterial der ersten Elektrodenschicht E1 und Luft ein hoher Impedanzsprung gegeben ist, der zur Reflexion der akustischen Welle an der entsprechenden Grenzfläche der ersten Elektrodenschicht E1 führt. Der Luftspalt L kann vor oder nach dem 10 Aufbau des für das Bauelement erforderlichen Schichtsystems hergestellt werden.

Figur 3b zeigt einen BAW-Resonator in Spiegeltechnologie, bei der zwischen Substrat S und erster Elektrodenschicht E1 ein 15 akustischer Spiegel AS vorgesehen wird. Dieser umfaßt in alternierender Reihenfolge Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz. In der Figur 3b sind vier akustische Spiegelschichten R1, R2, R3 und R4 dargestellt, wobei Spiegelschichten mit niedriger Impedanz beispielsweise aus SiO<sub>2</sub> 20 bestehen, Schichten mit hoher Impedanz dagegen aus Metall, insbesondere aus Schwermetall wie Mo oder W, oder auch aus nichtmetallischen Schichten wie z.B. Aluminiumnitrid, Siliziumcarbid oder Diamant. Die Dicke der Spiegelschichten wird ungefähr auf ein Viertel der Wellenlänge bei Resonanzfrequenz 25 des BAW-Resonators eingestellt. Möglich ist es jedoch auch, das Bauelement mit einer davon verschiedenen auch ungeraden Anzahl von Spiegelschichten realisieren, wobei die Materialauswahl ausschließlich in Abhängigkeit von der Impedanz des jeweiligen Materials erfolgen kann.

30

Figur 4A zeigt eine beispielhafte Strukturierung für die einzelnen Schichten in erfindungsgemäßem BAW-Resonatoren. Die erste Elektrodenschicht E1 wird großflächig aufgebracht und anschließend strukturiert, so daß ein Elektrodenbereich E11 35 und ein Anschlußbereich E12 entsteht. Über dem Elektrodenbereich E11 wird die Wachstumsschicht W ganzflächig aufgebracht und anschließend vorzugsweise naßchemisch so strukturiert,

daß sie eine kleinere Grundfläche als der Elektrodenbereich E11 aufweist. Die Kanten der Wachstumsschicht W sind allseits von den Kanten des Elektrodenbereichs E11 beabstandet.

- 5 Die piezoelektrische Schicht P wird ganzflächig aufgebracht und anschließend so strukturiert, daß sie die Wachstums- schicht W vollständig bedeckt, deren Kanten allseits über- lappt und direkt mit dem Elektrodenbereich E11 abschließt. Zusätzlich kann die piezoelektrische Schicht auch die Kanten  
10 des Elektrodenbereichs überlappen. Im nächsten Schritt wird die zweite Elektrodenschicht E2 aufgebracht und so struk- turiert, daß sich ein zweiter Elektrodenbereich E21 und eine zweite Elektrodenanschlußfläche E22 herausbildet. Der zweite Elektrodenbereich E21 deckt sich vorzugsweise mit der Fläche  
15 der Wachstumsschicht W, ist zu dieser zentriert und weist noch vorteilhafter eine geringere Grundfläche als die Wachstumsschicht auf.

Figur 4C zeigt den Schichtaufbau anhand eines schematischen  
20 Schnitt entlang der in Figur 4A dargestellten Schnittlinie X. Gut zu erkennen ist, daß die Wachstumsschicht W vollständig von der piezoelektrischen Schicht W eingebettet ist. Der erste Anschlußbereich E12 der ersten Elektrodenschicht liegt ebenso frei wie ein Anschlußbereich E22 der zweiten  
25 Elektrodenschicht.

Figur 4B zeigt einen Schnitt durch den Aufbau entlang der in Figur 4A dargestellten Schnittlinie Y. Auch in diesem Schnitt ist die vollständige Einkapselung der Wachstumsschicht W in- 30 nerhalb der piezoelektrischen Schicht P gut erkennbar. Zu er- kennen ist auch, daß die Fläche der zweiten Elektrodenschicht E2 ungefähr mit der der Wachstumsschicht W übereinstimmt.

Figur 5 zeigt im schematischen Querschnitt ein als BAW-Reso-  
35 nator in Spiegeltechnologie aufgebautes erfindungsgemäßes Bauelement. Hier ist gut zu erkennen, daß ein Teil der Spie- gelschichten R1 bis R4 ebenfalls strukturiert ist. Insbeson-

dere werden die Spiegelschichten hoher Impedanz strukturiert, da sie üblicherweise aus Metall bestehen. Die üblicherweise elektrisch isolierenden Schichten niedriger Impedanz, hier die Schichten R1 und R3, werden ganzflächig aufgebracht und 5 bleiben unstrukturiert, kapseln dabei die Spiegelschichten hoher Impedanz R2 und R4 ein. Der übrige Aufbau des Bau-elements entspricht dem in Figur 4 darstellten.

In einer speziellen Ausführung eines erfindungsgemäß ausgebildeten bzw. hergestellten BAW-Resonators dient als Substrat S ein Siliziumwafer mit <100> Orientierung. Oberflächlich ist dieser mit einer zirka 530 nm dicken Oxidschicht O aus SiO<sub>2</sub> bedeckt. Als unterste Spiegelschicht R4 dient eine Hochimpedanzschicht aus Wolfram mit einer Dicke von zirka 760 nm. 10 Darüber wird eine Spiegelschicht R3 mit niedriger Impedanz aufgebracht, hier eine SiO<sub>2</sub>-Schicht in einer Schichtdicke von 675 nm. Darüber folgt die Spiegelschicht R2, die bezüglich Material und Schichtdicke der Spiegelschicht R4 entspricht. Oberste Spiegelschicht ist wieder eine SiO<sub>2</sub>-Schicht R1, die 15 eine Dicke von zirka 675 nm aufweist. Als erste Elektroden-schicht E1 wird eine Aluminiumschicht mit einer geeigneten Schichtdicke eingesetzt. Darüber wird als Wachstumsschicht W eine Molybdänschicht aufgesputtert, beispielsweise in einer Schichtdicke von 80 nm. Darüber wird die piezoelektrische 20 Schicht P aufgebracht, beispielsweise eine Aluminiumnitrid-schicht in einer Dicke von zirka 2400 nm. Abschließend (in der Figur nicht dargestellt) wird eine zweite Elektroden-schicht E2 aufgebracht, beispielsweise aus einer Aluminium-Kupfer-Legierung. 25

Figur 6 zeigt im schematischen Querschnitt ein als Multi-layerpiezoaktor ausgebildetes erfindungsgemäßes Bauelement. Im Unterschied zum allgemeinen Schichtaufbau gemäß Figur 1 alternieren bei diesem Bauelement Elektrodenschichten E und 30 piezoelektrische Schichten P, wobei unterhalb jeder piezoelektrischen Schicht P1 bis P4 eine Wachstumsschicht W1 bis W4 vorgesehen ist. Auch dieser Aktor wird in Dünnschicht-

technologie aufgebaut, wobei die Abscheidebedingungen für die piezoelektrische Schicht so erfolgen, daß ein orientiertes Wachstum erfolgt und dabei eine hoch ausgerichtete kristalline piezoelektrische Schicht erhalten wird. Ein dermaßen 5 ausgebildeter Multilayerpiezoaktor in Dünnschichtbauweise kann eine beliebige Anzahl piezoelektrischer Schichten samt dazugehöriger Elektrodenschichten umfassen. Begrenzender Faktor ist dabei stets die Qualität der aufwachsenden Schichten.

10

Die Strukturierung der einzelnen Schichten des erfindungsgemäßen Piezoaktors erfolgt so, daß die Wachstumsschicht wie üblich von der piezoelektrischen Schicht P eingekapselt ist. Die Elektrodenschichten E1, E2, bzw. die weiteren 15 darüberliegenden Elektrodenschichten E3, E4 usw. sind so strukturiert, daß sie alternierend mit unterschiedlichen Außenelektroden und damit mit unterschiedlichem Potential verbunden werden können. Daraus ergibt sich eine Parallelverschaltung sämtlicher aus je zwei Elektroden und 20 einer dazwischenliegenden piezoelektrischen Schicht bestehenden Einzelaktören.

Nicht näher erläutert werden hier als Sensoren ausgebildete erfindungsgemäße Bauelemente mit piezoelektrischer Funktions- 25 schicht. Diese reagieren auf eine äußere physikalische Einwirkung wie beispielsweise Druck, Temperatur, Beschleunigung, Verbiegung oder auf das Einwirkung einer Chemikalie, wobei als Meßgröße jeweils die piezoelektrisch erzeugte Spannung gemessen werden kann. Während bei einer Temperaturerhöhung oder bei Einwirken einer Kraft auf die piezoelektrische Schicht direkt der piezoelektrische Effekt ausgenutzt wird, so muß dies beim Einsatz als Chemosensor üblicherweise durch eine Hilfsschicht unterstützt werden, die bei 30 Einwirkung einer Chemikalie ihre Eigenschaften dergestalt ändert, daß es sich auf den piezoelektrischen Effekt 35 auswirkt. Derartige Bauelemente sind an sich bekannt, können unterschiedlichste Ausgestaltungen aufweisen und brauchen

16

daher hier nicht näher erläutert werden. Entscheidend ist, daß auch bei diesen als Sensoren ausgebildeten Bauelementen mit piezoelektrischer (Funktions-) Schicht mit der Erfindung die Qualität der piezoelektrischen Schicht und damit die  
5     Sensitivität des Sensors erhöht wird.

Obwohl die Erfindung nur anhand weniger Ausführungsbeispiele erläutert wurde, ist sie doch nicht auf diese beschränkt. Neben den explizit gezeigten Ausgestaltungen sind weitere  
10     Variationen insbesondere bezüglich der Strukturierung der einzelnen Schichten, bezüglich der Materialauswahl, der Schichtdicken, der Dimensionierung oder bezüglich des Vorsehens zusätzlicher Schichten denkbar.

## Patentansprüche

1. Bauelement mit einer piezoelektrischen Funktionsschicht,  
aufweisend

- 5        - ein Substrat (S)  
- eine erste Elektrodenschicht (E1)  
- eine relativ zur ersten Elektrodenschicht dünne,  
strukturierte Wachstumsschicht (W)  
- eine piezoelektrische Schicht (P)  
10      - eine zweite Elektrodenschicht (E2).

2. Bauelement nach Anspruch 1,

bei dem die Wachstumsschicht (W) auf ersten Elektrodenschicht  
(E1) aufgebracht ist, relativ zur ersten Elektrodenschicht  
15      strukturiert ist, und eine geringere Grundfläche als diese  
aufweist.

3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,

bei dem die piezoelektrische Schicht (P) die Wachstumsschicht  
20      (W) vollständig überdeckt, diese entlang deren gesamten  
Umfangs seitlich überlappt und dort mit der ersten  
Elektrodenschicht (E1) abschließt.

4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 3,

25      bei dem die Wachstumsschicht (W) in Abhängigkeit von der  
piezoelektrischen Schicht (P) so ausgewählt ist, daß sie  
deren geordnetes Wachstum unterstützt.

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 4,

30      bei dem die Wachstumsschicht (W) ausgewählt ist aus Au, Mo,  
W, Pt, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Saphir, Spinell, Si, Ba<sub>3</sub>TiO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, MgO und  
TiO<sub>2</sub>.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 5,

35      bei dem die piezoelektrische Schicht (P) ausgewählt ist aus  
AlN und ZnO.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 6,  
bei dem die erste Elektrodenschicht (E1) einen  
Mehrschichtaufbau aufweist, der als eine von der obersten  
Schicht des Mehrschichtaufbaus verschiedene Schicht eine

5 Titanschicht umfasst.

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 7,  
bei dem zwischen Substrat (S) und erster Elektrodenschicht  
(E1) ein akustischer Spiegel (AS) angeordnet ist.

10

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 7,  
umfassend einen Mehrschichtaufbau mit mehreren  
piezoelektrischen Schichten (P), zwischen denen jeweils eine  
weitere Elektrodenschicht (E) und eine weitere  
15 Wachstumsschicht (W) angeordnet ist.

10. Bauelement nach Anspruch 9,  
ausgebildet als piezoelektrischer Aktor.

20

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 - 8,  
ausgebildet als Anordnung mit zumindest einem mit akustischen  
Volumenwellen arbeitenden Resonator.

25

12. Verfahren zur Herstellung eines Bauelement, das zumindest  
einen mit akustischen Volumenwellen arbeitenden Resonator  
umfasst, mit den Schritten

- Aufbringen einer ersten Elektrodenschicht (E1) auf ein  
Substrat (S)
- Strukturieren der ersten Elektrodenschicht zumindest zu  
einem ersten Elektrodenbereich (E11)
- Aufbringen einer Wachstumsschicht (W) über dem ersten  
Elektrodenbereich (E11)
- Strukturieren der Wachstumsschicht so, daß ausschließlich  
über dem ersten Elektrodenbereich ein Wachstumsbereich  
verbleibt, der eine geringere Grundfläche als der erste  
35 Elektrodenbereich (E11) aufweist

19

- ganzflächiges Aufwachsen einer piezoelektrischen Schicht (P) unter Bedingungen, die über dem Wachstumsbereich ein kristallachsenorientiertes Aufwachsen ermöglichen
- Strukturieren der piezoelektrischen Schicht (P) so, daß sie den Wachstumsbereich vollständig überdeckt, ihn entlang seines gesamten Umfangs seitlich überlappt und dort mit der ersten Elektrodenschicht (E1)" abschließt
- Aufbringen und Strukturieren einer zweiten Elektrodenschicht (E2).

10

13. Verfahren nach Anspruch 9,  
bei dem die Strukturierung der Wachstumsschicht (W)  
naßchemisch erfolgt.

15

14. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
bei dem als Wachstumsschicht (W) eine Goldschicht aufgedampft wird.

20

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 - 12,  
bei dem das Aufwachsen der piezoelektrischen Schicht (P)  
mittels eines CVD oder PVD Prozesses erfolgt.

1/2

Fig 1

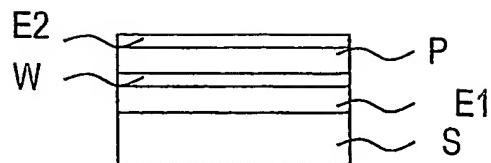


Fig 2

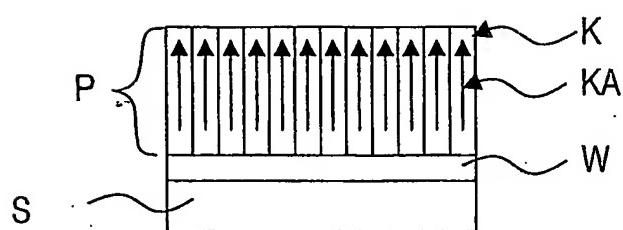


Fig 3A

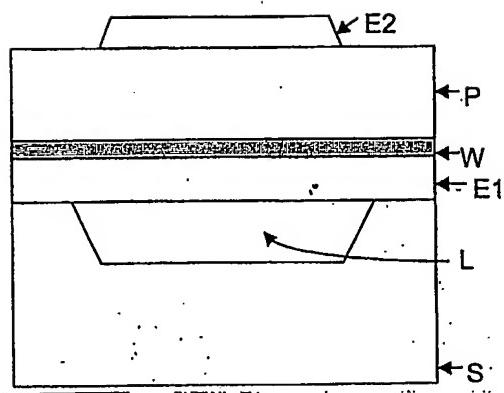
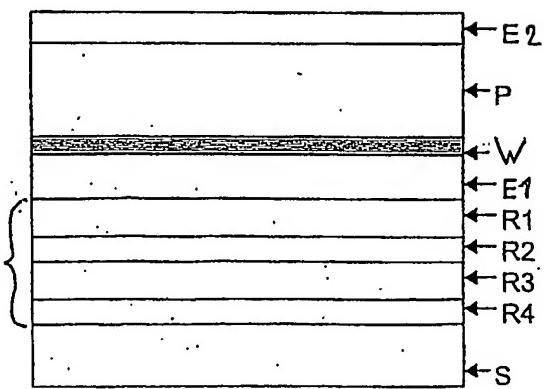


Fig 3B



2/2

Fig 4A

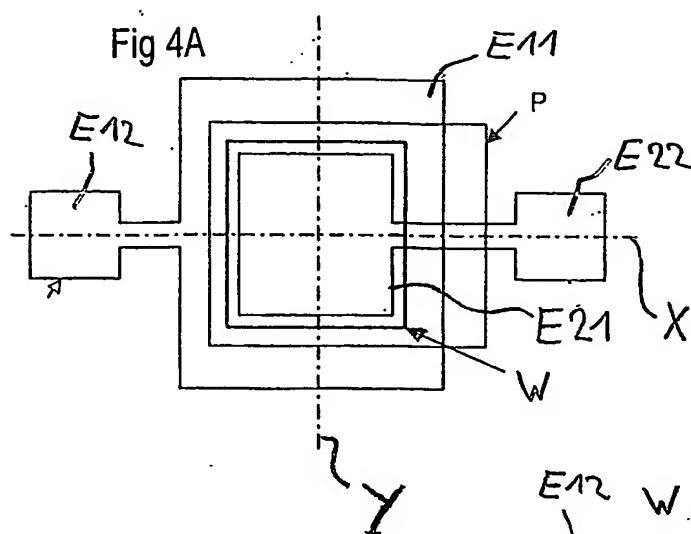


Fig 4B

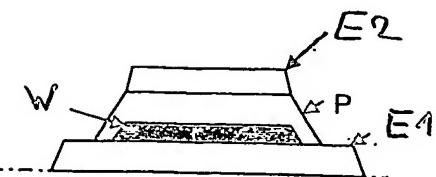


Fig 4C

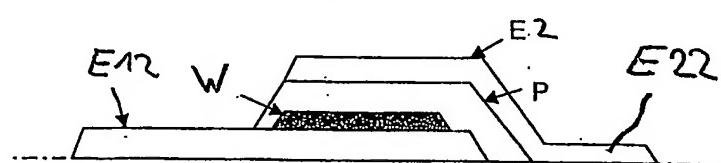


Fig 5

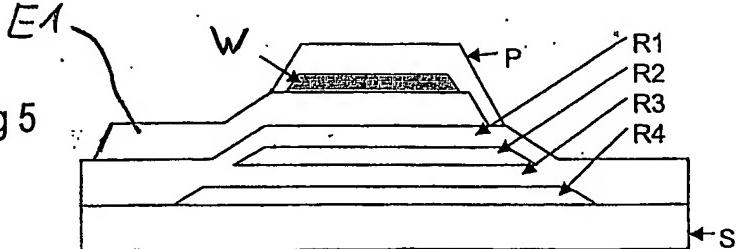
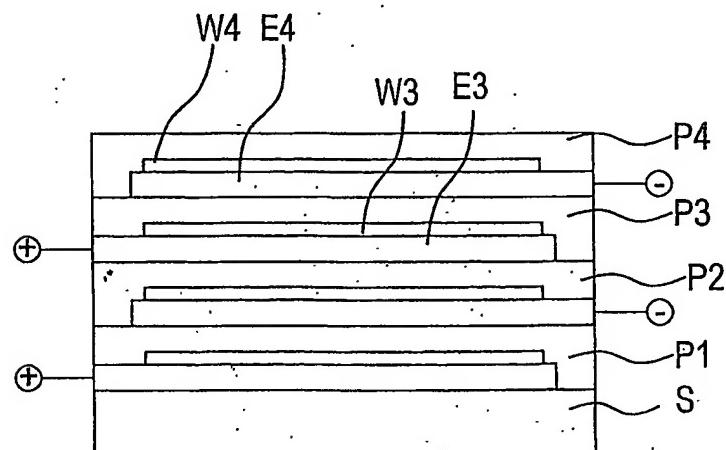


Fig 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/001122

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H03H9/17

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 433 264 A (NISHIYAMA HIROSHI ET AL) 21 February 1984 (1984-02-21)  column 3, line 3 - line 15; figure 5 -----	1,2, 4-11, 13-15
P,A	EP 1 326 332 A (MURATA MANUFACTURING CO) 9 July 2003 (2003-07-09) the whole document -----	1-15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

10 May 2004

Date of mailing of the International search report

02/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk

Authorized officer

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/001122

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US 4433264	A	21-02-1984	JP	1058890 B	14-12-1989
			JP	1571833 C	25-07-1990
			JP	59005720 A	12-01-1984
EP 1326332	A	09-07-2003	JP	2004048639 A	12-02-2004
			EP	1326332 A2	09-07-2003
			US	2003132683 A1	17-07-2003

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/001122

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H03H9/17

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 433 264 A (NISHIYAMA HIROSHI ET AL) 21. Februar 1984 (1984-02-21)  Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 15; Abbildung 5 -----	1,2, 4-11, 13-15
P,A	EP 1 326 332 A (MURATA MANUFACTURING CO) 9. Juli 2003 (2003-07-09) das ganze Dokument -----	1-15

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*'L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P\* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*'T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche  10. Mai 2004	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts  02/07/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk	Bevollmächtigter Bediensteter

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/001122

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4433264	A	21-02-1984	JP	1058890 B		14-12-1989
			JP	1571833 C		25-07-1990
			JP	59005720 A		12-01-1984
EP 1326332	A	09-07-2003	JP	2004048639 A		12-02-2004
			EP	1326332 A2		09-07-2003
			US	2003132683 A1		17-07-2003